

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 12 月 26 日 (26.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/259765 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/293 (2006.01) **G02B 6/26** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/107761
- (22) 国际申请日: 2023 年 7 月 17 日 (17.07.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310750276.0 2023年6月21日 (21.06.2023) CN
- (71) 申请人: 武汉光迅科技股份有限公司 (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。

(72) 发明人: 孔祥健 (KONG, Xiangjian); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。丁兰 (DING, Lan); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。张鼎 (ZHANG, Ding); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。陈宏刚 (CHEN, Honggang); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。张博 (ZHANG, Bo); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。罗勇 (LUO, Yong); 中国湖北省武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号 (自贸区武汉片区), Hubei 430205 (CN)。马卫东 (MA, Weidong); 中国湖北省

(54) Title: ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

(54) 发明名称: 阵列波导光栅

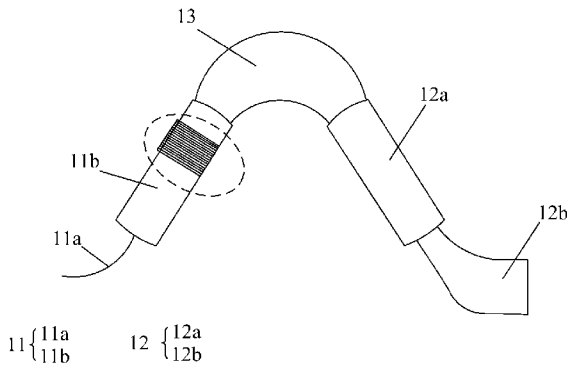


图 1

(57) Abstract: The present disclosure provides an arrayed waveguide grating. The arrayed waveguide grating comprises: an input waveguide structure, which comprises an input waveguide and an input side planar waveguide; an output waveguide structure, which comprises an output waveguide and an output side planar waveguide; and an arrayed waveguide, which is located between the input waveguide structure and the output waveguide structure and is connected to both the input side planar waveguide and/or the output side planar waveguide. The input side planar waveguide and/or the output side planar waveguide comprise(s): a first waveguide component, which is provided with a gap; and two second waveguide components, which are symmetrically arranged on two opposite sides of the first waveguide component, wherein the second waveguide components are connected to the first waveguide component, and the refractive index of the second waveguide components changes periodically.

(57) 摘要: 本公开提供一种阵列波导光栅, 所述阵列波导光栅, 包括: 输入波导结构, 包括: 输入波导和输入侧平板波导; 输出波导结构, 包括: 输出波导和输出侧平板波导; 阵列波导, 位于所述输入波导结构和所述输出波导结构之间, 且所述阵列波导分别与所述输入侧平板波导、所述输出侧平板波导连接; 其中, 所述输入侧平板波导和/或所述输出侧平板波导, 包括: 第一波导组件, 设置有缝隙; 两个第二波导组件, 对称设置于所述第一波导组件相对的两侧, 且所述第二波导组件与所述第一波导组件相连, 所述第二波导组件的折射率呈周期性变化。



武汉市武汉东湖新技术开发区流苏南路1号（自
贸区武汉片区），Hubei 430205 (CN)。

(74) 代理人: 北 京 派 特 恩 知 识 产 权 代 理 有
限 公 司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY
OFFICE); 中国北京市海淀区苏州街3号大恒科
技大厦南座五层503, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,
IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,
MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

阵列波导光栅

技术领域

本公开涉及通信技术领域但不限于通信技术领域，尤其涉及一种阵列波导光栅。

5 相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202310750276.0、申请日为 2023 年 6 月 21 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

背景技术

10 滤波器可以从包含多个频率分量的信号中提取所需频率的信号，滤波器是通信系统中，特别是 WDM 光通信系统中的关键器件。光滤波器的种类多样，阵列波导光栅以性能和成本优势在光滤波器中脱颖而出。

随着通信技术，尤其是相干通信技术的发展，光通信系统对光滤波器不仅要求宽带宽，更要求低插损指标。虽然有热阵列波导光栅可以实现低插损指标
15 要求，但是由于温控补偿装置的引入，需要额外的功耗，进而增加成本。

无热阵列波导光栅不需要额外的功耗，但是由于无热阵列波导光栅会引入切缝损耗，使得无热阵列波导光栅的插损指标明显劣于有热阵列波导光栅，基于如何降低无热阵列波导光栅的插损指标是本领域亟待解决的问题。

发明内容

20 本公开实施例提出一种阵列波导光栅。

本公开实施例提供了一种阵列波导光栅；所述阵列波导光栅，包括：

输入波导结构，包括：输入波导和输入侧平板波导；

输出波导结构，包括：输出波导和输出侧平板波导；

阵列波导，位于所述输入波导结构和所述输出波导结构之间，且所述阵列波导分别与所述输入侧平板波导、所述输出侧平板波导连接；

其中，所述输入侧平板波导和/或所述输出侧平板波导，包括：

5 第一波导组件，设置有缝隙；

两个第二波导组件，对称设置于所述第一波导组件相对的两侧，且所述第二波导组件与所述第一波导组件相连，所述第二波导组件的折射率呈周期性变化。

本公开实施例通过在阵列波导光栅的输入侧平板波导和/输出侧平板波导
10 中设置具有缝隙的第一波导组件，并在第一波导组件相对的两侧分别设置折射率呈周期性变化的第二波导组件，两个第二波导组件相对于第一波导组件对称，从而利用两个第二波导组件，降低由于第一波导组件的缝隙而引入的切缝损耗，使得相较于其他具有缝隙的光波导结构，本公开实施例所示出的阵列波导光栅的切缝损耗明显降低，并且本公开实施例所示出的阵列波导光栅切割后的插损
15 值也比其他具有缝隙的常规阵列波导光栅的插损值小，本公开实施例所示出的阵列波导光栅切割后的插损值甚至比该阵列波导光栅切割前（即第一波导组件未设置有缝隙）的插损值小，以便于在阵列波导光栅芯片筛选时限定插损指标。

附图说明

图 1 是根据一示例性实施例示出的阵列波导光栅的结构示意图一；

20 图 2 是图 1 的局部放大结构示意图；

图 3 是根据一示例性实施例示出的一种无热阵列波导光栅的结构示意图一；

图 4 是根据一示例性实施例示出的一种无热阵列波导光栅的结构示意图二；

25 图 5 是根据一示例性实施例示出的一种输入侧平板波导或输出侧平板波导的放大示意图；

图6是根据一示例性实施例示出的一种PSW阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝前的插损对比示意图;

图7是根据一示例性实施例示出的一种PSW阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝后的插损对比示意图;

5 图8是根据一示例性实施例示出的PSW阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝损耗的对比示意图。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本公开实施例中的附图,对发明的具体技术方案做进一步详细描述。以下实施例用于
10 说明本公开,但不用来限制本公开的范围。

本公开实施例提供一种阵列波导光栅,如图1和图2所示,图1是根据一示例性实施例示出的阵列波导光栅的结构示意图一;图2是图1的局部放大结构示意图。所述阵列波导光栅10,包括:

输入波导结构11,包括:输入波导11a和输入侧平板波导11b;

15 输出波导结构12,包括:输出波导12b和输出侧平板波导12a;

阵列波导13,位于所述输入波导结构11和所述输出波导结构12之间,且所述阵列波导13分别与所述输入侧平板波导11b、所述输出侧平板波导12a连接;

其中,所述输入侧平板波导11b和/或所述输出侧平板波导12a,包括:

20 第一波导组件101,设置有缝隙101a;

两个第二波导组件102,对称设置于所述第一波导组件101相对的两侧,且所述第二波导组件102与所述第一波导组件101相连,所述第二波导组件102的折射率呈周期性变化。

在本公开实施例中,所述阵列波导光栅可包括:输入波导结构、输出波导
25 结构和阵列波导。

这里,阵列波导位于输入波导结构和输出波导结构之间,并且阵列波导的

输入端与输入波导结构的输出端连接，阵列波导的输出端与输出波导结构的输入端连接。

需要说明的是，阵列波导可由多根并列的条形波导构成，且多根条形波导弯曲并列设置，相邻的两根条形波导之间存在长度差，且每一根条形波导的长度均不同。

输入波导结构，包括：输入波导和输入侧平板波导；

输入侧平板波导的输入端与输入波导连接，输入侧平板波导的输出端与阵列波导连接。可以理解的是，输入波导输出的光信号，通过输入侧平板波导输入至阵列波导内。

10 输出波导结构，包括：输出波导和输出侧平板波导；

输出侧平板波导的输入端与阵列波导连接，输出侧平板波导的输出端与输出波导连接。可以理解的是，阵列波导输出的光信号，通过输出侧平板波导输入至输出波导中。

需要说明的是，输入波导中传输的复用光信号进入输入侧平板波导时，该复用光信号在侧向不再受约束，从而衍射并展开；侧向衍射展开的复用光信号耦合进入多根条形波导，并在多根条形波导中传输。

输入侧平板波导由于多根条形波导相互之间存在长度差，在各根条形波导中传播的复用光信号在到达输出侧平板波导时，相互之间存在一定的相位差；使得阵列波导向输出侧平板波导输入多个不同波长、不同相位的光信号。

20 由于相移大小与波长相关，各波长光信号的汇聚成像位置依赖于输入光波长，在不同的成像位置处设置的输出波导可将不同波长的光信号分解到相应的输出波导中，完成解复用功能。

反之，将输入光信号从输出波导结构输入，由输入波导结构输出，即改变阵列波导光栅内的光传播方向，可将具有不同波长的光信号汇聚到同一根波导中，完成复用功能。

25 输入侧平板波导和/或输出侧平板波导，包括：第一波导组件和两个第二波导组件；两个第二波导组件对称设置于第一波导组件相对的两侧。

这里，第一波导组件相对的两侧可为第一波导组件在光传播方向上的两端。即光在波导结构内的传播方向为：由一个第二波导组件传输至第一波导组件，并由第一波导组件传播至另一个第二波导组件的方向。

第一波导组件，设置有缝隙；需要说明的是，为了满足阵列波导光栅的特定需求，需要在第一波导组件上设置缝隙。但由于第一波导组件的缝隙会对第一波导组件内传输的光功率产生一定的附加光损耗（即切缝损耗），从而使得阵列波导光栅的损耗增大，进而影响通信系统的正常工作。

第二波导组件的折射率呈周期性变化；可以理解的是，由于第二波导组件的折射率呈周期性变化，使得光在第二波导组件内传播时，在至少一个光场限制方向上，光场的发散角呈现周期性变化，光波的模斑尺寸也呈现周期性变化。

需要说明的是，切缝损耗主要由以下两部分组成：（1）缝隙两侧的波导折射率失配或不完全匹配引起的菲涅尔反射；（2）缝隙两侧的波导不同的模场形状引起的模场失配。

可以理解的是，对常规波导切割后，常规波导的缝隙部分的模场跳跃式变大，虽然此时缝隙两侧波导的波导模场没有失配，但是模场跳跃式变大。并且受限于目前的切缝工艺，缝隙宽度可以达到约 20um，从而导致切缝损耗较大。

本公开实施例通过在第一波导组件相对的两侧分别设置折射率周期性变化的第二波导组件，使得波导结构的模场呈现周期性变化；相较于模场跳跃式变大的情况，本公开所示的波导结构由于模场周期性变化，从而有效减小切缝损耗。

本公开实施例通过在阵列波导光栅的输入侧平板波导和/输出侧平板波导中设置具有缝隙的第一波导组件，并在第一波导组件相对的两侧分别设置折射率呈周期性变化的第二波导组件，两个第二波导组件相对于第一波导组件对称，从而利用两个第二波导组件，降低由于第一波导组件的缝隙而引入的切缝损耗，使得相较于其他具有缝隙的光波导结构，本公开实施例所示出的阵列波导光栅的切缝损耗明显降低，并且本公开实施例所示出的阵列波导光栅切割后的插损值也比其他具有缝隙的常规阵列波导光栅的插损值小，本公开实施例所示出的

阵列波导光栅切割后的插损值甚至比该阵列波导光栅切割前（即第一波导组件未设置有缝隙）的插损值小，以便于在阵列波导光栅芯片筛选时限定插损指标。

在一些实施例中，所述阵列波导光栅，还包括：

5 补偿结构，分别与两个所述第二波导组件固定连接，用于驱动两个所述第二波导组件相对移动，以补偿由温度引起的波长漂移。

在本公开实施例中，阵列波导光栅，还包括：补偿结构；

可以理解的是，由于输入侧平板波导（或输出侧平板波导）的第一波导组件设置有缝隙，使得输入侧平板波导（或输出侧平板波导）被缝隙分隔成两部分，即一个第二波导组件与相连的部分第一波导组件，以及另一个第二波导组
10 件与相连的部分第一波导组件。

需要说明的是，由于波导本体的材质，特别是平面波导（Planar Lightwave Circuit, PLC）SiO₂材质，使得波导本体的折射率会随温度的变化而变化，而折射率的变化会引起阵列波导光栅的中心波长的偏移。为了使得阵列波导光栅在工作环境温度内正常工作，需要控制阵列波导光栅的中心波长稳定工作在国际
15 电信联盟 - 电信标准部（International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization, ITU-T）波长附近。

本公开实施例可在阵列波导光栅的输入波导结构和/或输出波导结构内设置缝隙（即第一波导组件），并将补偿结构分别与第一波导组件两侧的两个第二波导组件固定连接；这里，固定连接的方式包括但不限于粘接、焊接、螺接等。

20 当温度变化时，补偿结构的长度也随之变化（即存在热胀冷缩的现象），从而补偿结构带动两个第二波导组件之间产生相对移动，进而补偿阵列波导光栅由温度变化引起的中心波长漂移。

需要说明的是，补偿结构的具体结构可根据实际需求进行设定，例如，补偿结构可为基于单驱动杆的补偿结构，或者，补偿结构可为基于双驱动杆的补偿结构，本公开实施例对此不作限定。
25

示例性地，如图3所示，图3是根据一示例性实施例示出的一种无热阵列波导光栅的结构示意图一。补偿结构可包括：第一驱动杆201、第二驱动杆202

和应力板 203，并且第一驱动杆 201 和第二驱动杆 202 材料的热膨胀系数均大于应力板 203 材料的热膨胀系数。应力板 203 包括第一子部 203a 和第二子部 203b；其中，两个第二波导组件分别与应力板 203 的两个子部固定连接。第一驱动杆 201 的两端分别连接第一子部 203a 内的一个受力部和第二子部 203b；
5 第二驱动杆 202 作用于第一子部 203a 内的另一个受力部。

当温度变化时，第一驱动杆的长度伸缩，使得应力板的两个子部相对平移和/或转动，从而形成温度补偿。并利用作用于应用板不同位置的第一驱动杆和第二驱动杆，使得应力板中的两个受力部的距离和/或夹角发生变化，构成弹性形变。

10 又示例性地，如图 4 所示，图 4 是根据一示例性实施例示出的一种无热阵列波导光栅的结构示意图二。补偿结构可包括两个热膨胀系数相同，但长度不同的驱动杆，一个驱动杆 301（即第一驱动杆）的两端分别连接两个第二波导组件；另一个驱动杆 302（即第二驱动杆）一端与一个第二波导组件连接，另一端可分离式接触于一受力端面，该受力端面与另一个第二波导组件上的第一
15 驱动杆端面位置相对固定。

在温度变化时，通过第一驱动杆驱动两个第二波导组件相对移动；利用第二驱动杆不同于第一驱动杆的形变量来改变第一驱动杆的弹性形变。从而在不同的温度范围内驱动两个第二波导组件出现不同的相对位移。

在一些实施例中，所述第二波导组件，包括：

20 多个相连的波导单元，每一个波导单元具有第一区域和第二区域，第一区域的折射率与所述第二区域的折射率不同；

多个波导单元内的所述第一区域和所述第二区域交替间隔排布。

在本公开实施例中，所述第二波导组件，包括：多个波导单元，并且多个波导单元依次连接。需要说明的是，多个波导单元的宽度相同。

25 每一个波导单元具有第一区域和第二区域，第一区域和第二区域为波导单元内相邻的两个区域。

波导单元内的第一区域的折射率与第二区域的折射率不同。

可以理解的是，多个波导单元内的第一区域的折射率相同，多个波导单元内的第二区域的折射率相同。

多个波导单元内的第一区域和第二区域交替间隔排布，可以理解的是，相邻两个波导单元内的第一区域和第二区域相邻排布。

5 由于不同波导单元内的第一区域的折射率相同，不同波导单元内的第二区域的折射率相同，第一区域的折射率与第二区域的折射率不同；通过将多个波导单元内的第一区域和第二区域交替间隔排布，使得由多个波导单元构成的第二波导组件的折射率，沿第二波导组件内的光传播方向呈现周期性变化；从而使得光在第二波导组件内传播时，在至少一个光场限制方向上，光场的发散角
10 呈现周期性变化，光波的模斑尺寸也呈现周期性变化；以降低阵列波导光栅的切缝损耗。

在一些实施例中，所述第二波导组件内的多个所述波导单元的占空比不同；

其中，所述占空比用于描述所述波导单元内所述第一区域或所述第二区域的区域宽度与所述波导单元的宽度之间的比值。

15 在本公开实施例中，波导单元的占空比为该波导单元内第一区域或第二区域的区域宽度与波导单元的宽度之间的比值；这里，波导单元的宽度取决于第一区域和第二区域的区域宽度之和。

可以理解的是，由于多个波导单元的宽度均相同，则第二波导组件内的多个波导单元的占空比不同，即第二波导组件内多个波导单元的第一区域的区域
20 宽度不同，或者，第二波导组件内多个波导单元的第二区域的区域宽度不同。

需要说明的是，本公开实施例利用多个占空比不同的波导单元构成第二波导组件，以通过第二波导组件内多个波导单元之间的占空比的变化，使得光在第二波导组件内传播时，光场的发散角和光波的模斑尺寸随多个波导单元的占空比的变化而变化。

25 在一些实施例中，所述第二波导组件内多个所述波导单元的占空比，在所述波导单元的光传播方向上呈递增或递减的变化趋势。

在本公开实施例中，第二波导组件包含有多个相连的波导单元，并且多个

波导单元的占空比，在第二波导组件的光传播方向上呈单向变化趋势。

可以理解的是，多个波导单元的占空比，在第二波导组件的光传播方向呈递增或者递减的变化趋势。

5 在一个实施例中，两个第二波导组件内的多个波导单元的占空比，在所述波导单元的光传播方向上的变化趋势相反。

需要说明的是，由于两个第二波导组件相对于第一波导组件对称，若一个第二波导组件内的多个波导单元的占空比，在第二波导组件的光传播方向呈递减的变化趋势，则另一个第二波导组件内的多个波导单元的占空比，在第二波导组件的光传播方向呈递增的变化趋势。

10 在一些实施例中，所述波导单元的占空比，与所述波导单元和所述第一波导组件之间的距离正相关；

其中，所述占空比为所述第一区域对应的占空比，所述第一区域的折射率高于所述第二区域的折射率。

15 在本公开实施例中，波导单元的第一区域的折射率高于第二区域的折射率；即第一区域可为波导单元内的高折射率区域，第二区域可为波导单元内的低折射率区域。

可将第一区域的区域宽度与波导单元的宽度之间的比值，确定为所述占空比，则占空比可用于描述每一个波导单元内高折射率区域所占据的比例。

20 每一个第二波导组件内的多个波导单元的占空比在波导单元的光传播方向上呈单向变化的趋势。

可基于波导单元与第一波导组件之间的距离，确定波导单元的占空比；这里，波导单元的占空比，与波导单元和第一波导组件之间的距离正相关；可以理解的是，在第二波导组件内，靠近于第一波导组件的占空比小于远离于第一波导组件的占空比。

25 由于第二波导组件对称设置于第一波导组件相对的两侧，使得在波导结构的光传播方向上，位于第一波导组件的输入侧的第二波导组件的占空比呈现递减的趋势，即在光传播方向上，第二波导组件内的占空比由大变小。位于第一

波导组件的输出侧的第二波导组件的占空比呈现递增的趋势，即在光传播方向上，第二波导组件内的占空比由小变大。

需要说明的是，由于光在第二波导组件内传播时，光场的发散角和光波的模斑尺寸随多个波导单元的占空比的变化而变化，通过令位于第一波导组件的输入侧的第二波导组件的占空比呈现递减的趋势，位于第一波导组件的输出侧的第二波导组件的占空比呈现递增的趋势，使得光在波导结构内传播时，光场的发散角和光波的模斑尺寸均呈现由小变大，再由大变小的趋势，以对阵列波导光栅的切缝损耗进行补偿。

在一些实施例中，所述第二波导组件内的多个波导单元的占空比，随所述第二波导组件在预设方向上的波导宽度的变化而变化；

其中，所述预设方向与所述第二波导组件内的光传播方向平行。

在本公开实施例中，由于波导单元的占空比为第一区域的区域宽度与波导单元的宽度之间的比值；因而可通过改变波导单元的宽度，实现对波导单元的占空比的调整。

由于所述第二波导组件设置于输入侧平板波导和/或输出侧平板波导内，而输入侧平板波导、输出侧平板波导为多模波导组件，仅能够通过调整第二波导组件在预设方向上的波导宽度，实现对第二波导组件的占空比的调整。

这里，所述预设方向为：与第二波导组件内的光传播方向平行的方向。

示例性地，可通过调整第二波导组件的横向波导宽度，实现对第二波导组件的占空比的调整。

在一些实施例中，如图2所示，所述第一波导组件，包括：

波导本体；

切缝标记101b，设置于所述波导本体上，用于指示所述波导本体上的待切割位置，以形成所述缝隙。

在本公开实施例中，所述第一波导组件，包括：波导本体。

为了便于对波导本体进行切割，可在波导本体的表面设置切缝标记，利用切缝标记指示波导本体上的待切割位置，从而在对波导本体进行切割时，能够

基于切缝标记进行切缝，以形成缝隙。

在一些实施例中，波导本体可设置有多个切缝标记，波导本体的缝隙位置可由多个切缝标记所在的直线位置确定。

5 这里，波导本体可设置有至少两个切缝标记，基于至少两个切缝标记所在的直线，更准确的定位波导本体的缝隙位置。

所述切缝标记的形状可根据实际使用的切缝设备来确定，例如，切缝标记可为“一”字形、“十”字形等。

在一些实施例中，所述波导本体的波导宽度由所述波导本体的缝隙宽度和切缝容差确定。

10 在本公开实施例中，波导本体的波导宽度可取决于波导本体的缝隙宽度和切缝容差。

需要说明的是，波导本体切割形成所述缝隙，应参照缝隙的缝隙宽度，确定波导本体的波导宽度；考虑到切缝容差，应基于缝隙的缝隙宽度和切缝容差，共同确定波导本体的波导宽度。

15 在一些实施例中，如图 5 所示，图 5 是根据一示例性实施例示出的一种输入侧平板波导或输出侧平板波导的放大示意图。所述第一波导组件 101，包括：

匹配液 101c，填充于所述波导本体的缝隙内；其中，所述匹配液 101c 的折射率与所述波导本体的折射率相关。

在本公开实施例中，第一波导组件，包括：匹配液；

20 匹配液填充于波导本体的缝隙内；需要说明的是，匹配液对波导本体中传播的光具有高透射率；匹配液的折射率与波导本体的折射率相同或相近。由于缝隙两侧的波导折射率失配或不完全匹配引起的菲涅尔反射也是造成切缝损耗的原因之一，为了降低切缝损耗，可通过在缝隙内填充合适的匹配液，以减少菲涅尔反射。

25 在一些实施例中，可基于波导本体的材质，确定匹配液的折射率。

示例性地，若波导本体是平面波导 PLC SiO₂ 材质的，其对应的匹配液的折射率与波导本体的折射率相同。

又示例性地，若波导本体是硅光材质的，其对应的匹配液的折射率小于波导本体的折射率。

在一些实施例中，所述缝隙靠近于所述波导本体的中心位置；其中，所述阵列波导光栅的插损参数，与所述缝隙和所述波导本体的中心位置之间的距离
5 正相关。

在本公开实施例中，缝隙可靠近于波导本体的中心位置；并且缝隙越靠近于波导本体的中心位置，该阵列波导光栅的插损参数越小；反之，缝隙越远离波导本体的中心位置，该阵列波导光栅的插损参数就越大。

需要说明的是，由于两个第二波导组件对称设置于第一波导组件两侧，若
10 缝隙位于波导本体的中心位置，从而两个第二波导组件相对于缝隙对称设置，从而能够有效降低切割后阵列波导光栅的插损。

在一些实施例中，可在波导本体的中心位置设置所述切缝标记，以便在波导本体的中心位置进行切割，以形成缝隙。

假设 100GHz 频率间隔 40 通道的阵列波导光栅滤波器的透射光谱要求为平
15 顶型，具体的指标要求为：1dB 净带宽指标要求大于或等于 0.38nm，3dB 净带宽指标要求大于或等于 0.52nm，相邻串扰指标要求大于或等于 25dB，非相邻串扰指标要求大于或等于 27dB，插损指标要求小于或等于 5dB。

为了体现本公开实施例示出的输入侧平板波导和/或输出侧平板波导包含第二波导组件即周期式分段波导（Periodically segmented waveguide, PSW）的
20 阵列波导光栅（简称“PSW 阵列波导光栅”）和常规波导光栅的性能差异，如图 6 和图 7 所示，图 6 是根据一示例性实施例示出的一种 PSW 阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝前的插损对比示意图；图 7 是根据一示例性实施例示出的一种 PSW 阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝后的插损对比示意图。由图 6 可知，常规未切缝阵列波导光栅的 40 个通道插损指标的均值约 4.3dB，即阵列
25 波导光栅芯片通道插损指标约 4.3dB，对常规未切缝阵列波导光栅进行无热封装，切缝填充匹配液后，由图 7 可知，常规的无热阵列波导光栅的插损指标约 4.9dB。

考虑到通道间插损一致性,存在个别通道插损略大于 5dB,而且考虑到工艺和测试波动性,插损指标要求的余量太小(约 0.1dB),不适合大规模生产。基于此,需要开发低插损的无热阵列波导光栅滤波器。

如图 6 和图 7 所示,本公开实施例所示出的波导阵列光栅,由于引入折射率呈分段周期性变化的第二波导组件,使得 PSW 波导阵列光栅切缝前的插损指标增加约 0.3dB,即 PSW 阵列波导光栅芯片切缝前的插损指标约 4.6dB,如图 6 所示;对 PSW 波导阵列光栅进行无热封装,切缝填充匹配液后,本公开实施例所示出的 PSW 阵列波导光栅的插损指标如图 7 所示,约 4.4dB。可以理解的是,对于 5dB 的插损指标要求,本公开实施例所示出的 PSW 阵列波导光栅的插损指标约为 4.4dB,即存在较大的余量(约 0.6dB),图 7 所示的 3 个 PSW 阵列波导光栅样品的 40 个通道插损均满足插损指标要求,因此本公开实施例所示出的阵列波导光栅更适合大规模生产。

如图 8 所示,图 8 是根据一示例性实施例示出的 PSW 阵列波导光栅与常规波导光栅的切缝损耗的对比示意图。3 个 PSW 阵列波导光栅样品的切缝损耗约为 -0.2dB,因此本公开实施例所示出的阵列波导光栅可在芯片筛选时限定插损指标,更适合于大规模生产。由图 8 可知,相较于常规无热阵列光栅的切缝损耗(约为 0.6dB),本公开实施例所示出的无热阵列波导光栅的切缝损耗降低了约 0.8dB。

相对于有热阵列波导光栅,这里,有热阵列波导光栅是通过温控装置控制阵列波导光栅的工作温度恒定,从而补偿阵列波导光栅的中心波长随环境温度的变化。由于阵列波导光栅的有热封装无额外的附加损害,而且温度相关损耗较低,可忽略不计,使得有热阵列波导光栅的插损指标与常规未切缝阵列波导光栅的插损指标近似,即 4.3dB,因此,本公开实施例所示出的无热阵列波导光栅相比于常规有热阵列波导光栅,插损指标仅增大 0.1dB,即本公开实施例所示出的无热阵列波导光栅与有热阵列波导光栅的插损指标相近。因此本公开实施例示出的无热阵列波导光栅可与现有的有热阵列波导光栅等指标替换,而且相比于现有的有热阵列波导光栅,本公开实施例示出的无热阵列波导光栅无

需功耗。

本公开是实例中记载的阵列波导光栅只以本公开所述实施例为例，但不仅限于此，只要涉及到该阵列波导光栅均在本公开的保护范围。

应理解，说明书通篇中提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例
5 有关的特定特征、结构或特性包括在本公开的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。应理解，在本公开的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，
10 而不对本公开实施例的实施过程构成任何限定。上述本公开实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在
涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置
不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这
15 种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

本公开实施例通过在阵列波导光栅的输入侧平板波导和/输出侧平板波导
中设置具有缝隙的第一波导组件，并在第一波导组件相对的两侧分别设置折射
20 率呈周期性变化的第二波导组件，两个第二波导组件相对于第一波导组件对称，
从而利用两个第二波导组件，降低由于第一波导组件的缝隙而引入的切缝损耗，
使得相较于其他具有缝隙的光波导结构，本公开实施例所示出的阵列波导光栅
的切缝损耗明显降低，并且本公开实施例所示出的阵列波导光栅切割后的插损
值也比其他具有缝隙的常规阵列波导光栅的插损值小，本公开实施例所示出的
25 阵列波导光栅切割后的插损值甚至比该阵列波导光栅切割前（即第一波导组件
未设置有缝隙）的插损值小，以便于在阵列波导光栅芯片筛选时限定插损指标。

以上所述，仅为本公开的实施方式，但本公开的保护范围并不局限于此，

任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种阵列波导光栅，其中，所述阵列波导光栅，包括：

输入波导结构，包括：输入波导和输入侧平板波导；

输出波导结构，包括：输出波导和输出侧平板波导；

5 阵列波导，位于所述输入波导结构和所述输出波导结构之间，且所述阵列波导分别与所述输入侧平板波导、所述输出侧平板波导连接；

其中，所述输入侧平板波导和/或所述输出侧平板波导，包括：

第一波导组件，设置有缝隙；

两个第二波导组件，对称设置于所述第一波导组件相对的两侧，且所述第
10 二波导组件与所述第一波导组件相连，所述第二波导组件的折射率呈周期性变化。

2. 根据权利要求1所述的阵列波导光栅，其中，所述阵列波导光栅，还包括：

补偿结构，分别与两个所述第二波导组件固定连接，用于驱动两个所述第
15 二波导组件相对移动，以补偿由温度引起的波长漂移。

3. 根据权利要求1或2所述的阵列波导光栅，其中，所述第二波导组件，包括：

多个相连的波导单元，每一个波导单元具有第一区域和第二区域，第一区域的折射率与所述第二区域的折射率不同；

20 多个波导单元内的所述第一区域和所述第二区域交替间隔排布。

4. 根据权利要求3所述的阵列波导光栅，其中，所述第二波导组件内的多个所述波导单元的占空比不同；

其中，所述占空比用于描述所述波导单元内所述第一区域或所述第二区域的区域宽度与所述波导单元的宽度之间的比值。

25 5. 根据权利要求4所述的阵列波导光栅，其中，所述第二波导组件内多个

所述波导单元的占空比，在所述波导单元的光传播方向上呈递增或递减的变化趋势。

6. 根据权利要求 5 所述的阵列波导光栅，其中，所述波导单元的占空比，与所述波导单元和所述第一波导组件之间的距离正相关；

5 其中，所述占空比为所述第一区域对应的占空比，所述第一区域的折射率高于所述第二区域的折射率。

7. 根据权利要求 4 至 6 任一项所述的阵列波导光栅，其中，所述第二波导组件内的多个波导单元的占空比，随所述第二波导组件在预设方向上的波导宽度的变化而变化；

10 其中，所述预设方向与所述第二波导组件内的光传播方向平行。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的阵列波导光栅，其中，所述第一波导组件，包括：

波导本体；

15 切缝标记，设置于所述波导本体上，用于指示所述波导本体上的待切割位置，以形成所述缝隙。

9. 根据权利要求 8 所述的阵列波导光栅，其中，所述波导本体的波导宽度由所述波导本体的缝隙宽度和切缝容差确定。

10. 根据权利要求 9 所述的阵列波导光栅，其中，所述第一波导组件，包括：

20 匹配液，填充于所述波导本体的缝隙内；其中，所述匹配液的折射率与所述波导本体的折射率相关。

11. 根据权利要求 8 所述的阵列波导光栅，其中，所述缝隙靠近于所述波导本体的中心位置；其中，所述阵列波导光栅的插损参数，与所述缝隙和所述波导本体的中心位置之间的距离正相关。

25

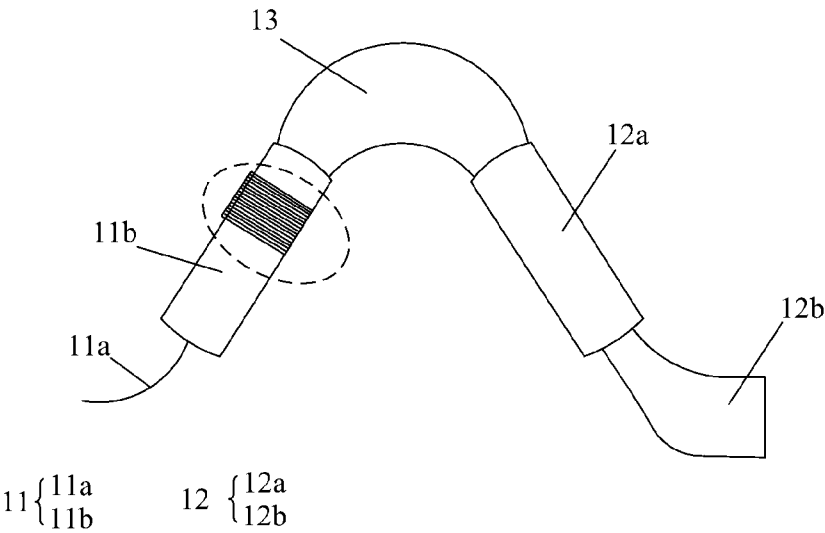


图 1

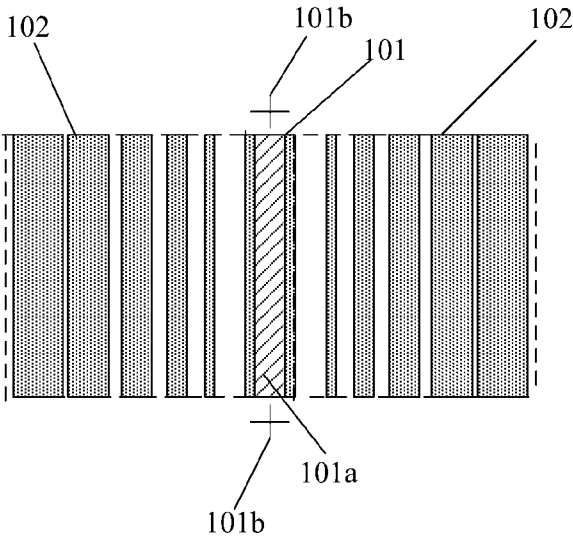


图 2

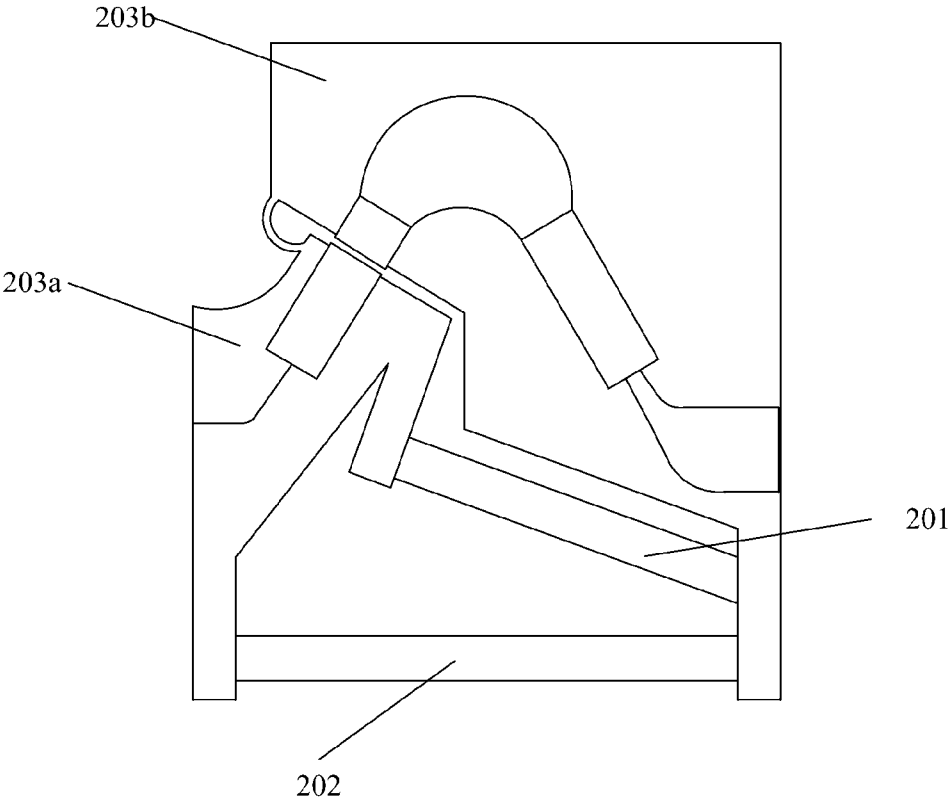


图 3

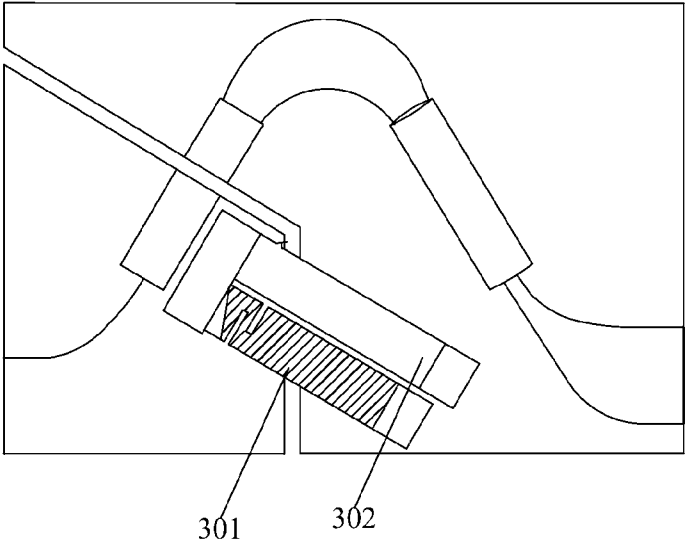


图 4

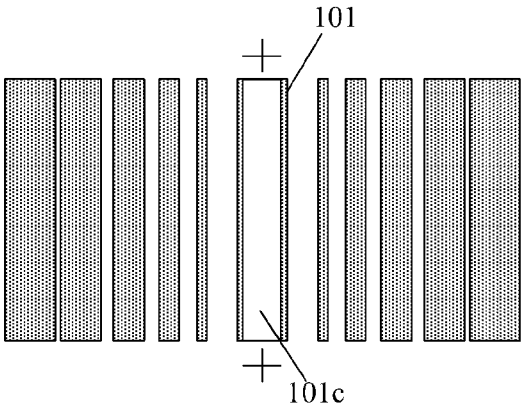


图 5

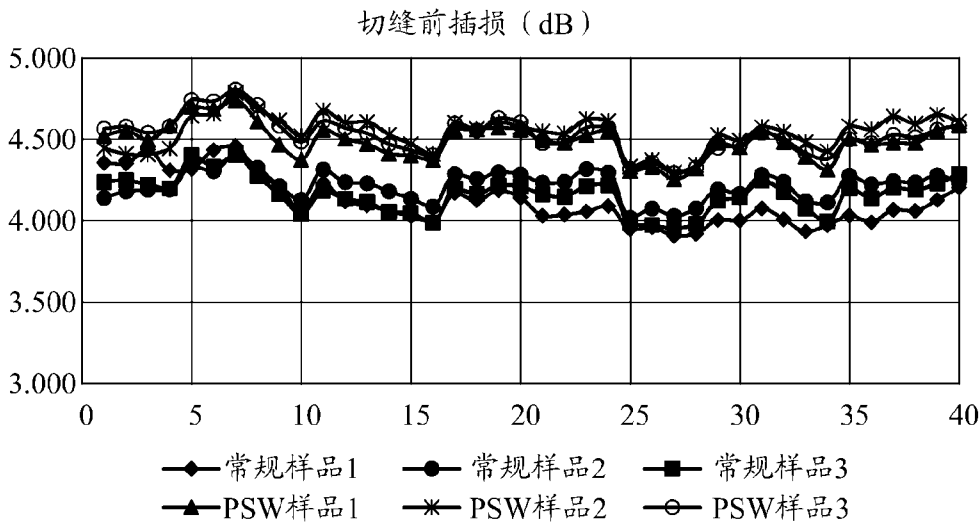


图 6

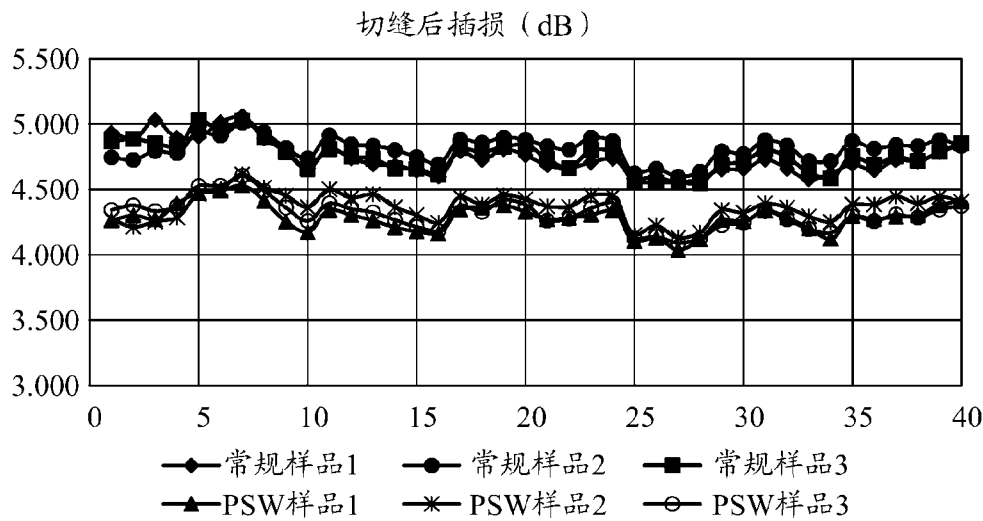


图 7

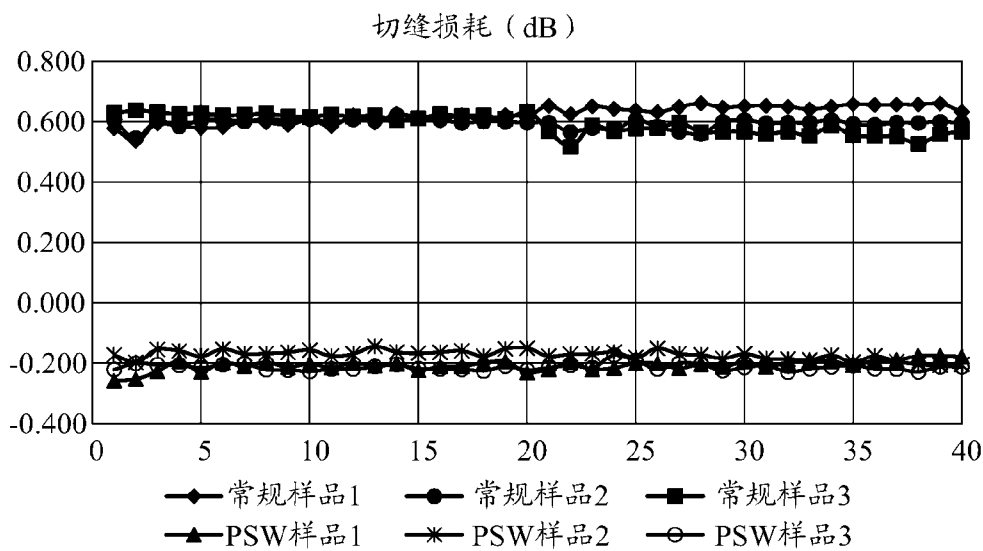


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/107761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/293(2006.01)i; G02B6/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:G02B6

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI: 槽, 缝, 隙, 折射率, 调, 变, 损耗, 插损, 波长, 波分, 复用, 周期, 波导, 切割; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT; JPTXT; Web of science: gap, clearance, trough, groove, slot, refractive, period, adjust, change, vary, WDM, wavelength, multiplexing, waveguide, cut

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006251152 A (HITACHI CABLE LTD.) 21 September 2006 (2006-09-21) description, paragraphs 25-62, and figures 1-4	1-11
X	JP 2007108339 A (HITACHI CABLE LTD.) 26 April 2007 (2007-04-26) description, paragraphs 24-33, and figures 1-7	1-11
A	CN 106154411 A (ACCELINK TECHNOLOGIES CO., LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) entire document	1-11
A	CN 109425929 A (SHANGHAI ETERN OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 March 2019 (2019-03-05) entire document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2024

Date of mailing of the international search report

23 February 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/107761

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2006251152	A	21 September 2006	JP	4375256	B2	02 December 2009
JP	2007108339	A	26 April 2007	JP	4569440	B2	27 October 2010
CN	106154411	A	23 November 2016	WO	2018036035	A1	01 March 2018
				CN	106154411	B	13 August 2019
CN	109425929	A	05 March 2019	CN	206725806	U	08 December 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/107761

A. 主题的分类

G02B6/293(2006.01)i; G02B6/26(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G02B6

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;CNKI:槽,缝,隙,折射率, 调, 变,损耗, 插损, 波长, 波分,复用, 周期,波导, 切割; DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT;JPTXT; Web of science: gap, clearance, trough, groove, slot, refractive, period, adjust, change, vary, WDM, wave-length, multiplexing, waveguide, cut

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	JP 2006251152 A (HITACHI CABLE) 2006年9月21日 (2006 - 09 - 21) 说明书第25-62段及图1-4	1-11
X	JP 2007108339 A (HITACHI CABLE) 2007年4月26日 (2007 - 04 - 26) 说明书第24-33段及图1-7	1-11
A	CN 106154411 A (武汉光迅科技股份有限公司) 2016年11月23日 (2016 - 11 - 23) 全文	1-11
A	CN 109425929 A (上海永鼎光电子技术有限公司) 2019年3月5日 (2019 - 03 - 05) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年2月20日

国际检索报告邮寄日期

2024年2月23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

谢璐雯

电话号码 (+86) 020-28958194

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/107761

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
JP	2006251152	A	2006年9月21日	JP 4375256 B2	2009年12月2日
JP	2007108339	A	2007年4月26日	JP 4569440 B2	2010年10月27日
CN	106154411	A	2016年11月23日	WO 2018036035 A1	2018年3月1日
				CN 106154411 B	2019年8月13日
CN	109425929	A	2019年3月5日	CN 206725806 U	2017年12月8日